



(11) **EP 3 376 007 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**19.09.2018 Bulletin 2018/38**

(51) Int Cl.:  
**F02D 41/14<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **18156234.9**

(22) Date de dépôt: **12.02.2018**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**  
Etats de validation désignés:  
**MA MD TN**

(71) Demandeur: **PSA Automobiles SA**  
**78300 Poissy (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **BOISSARD, Romain**  
**78000 VERSAILLES (FR)**  
• **BARRE, Benoit**  
**78180 MONTIGNY LE BRETONNEUX (FR)**

(30) Priorité: **14.03.2017 FR 1752053**

(54) **PROCÉDÉ D'ESTIMATION DU COUPLE D'UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE EN FONCTIONNEMENT**

(57) L'invention concerne un procédé d'estimation du couple moteur d'un moteur à combustion interne en fonctionnement, comprenant une étape de détermination d'une consigne de couple moteur et caractérisé en ce que :

-on détermine une richesse de consigne ( $\phi_c$ ) à partir de la consigne de couple moteur,

-on détermine la richesse réelle ( $\phi_{\text{fonc}}$ ) de fonctionnement du moteur,

-on applique à la consigne de couple moteur un coefficient ( $C_{\text{cor}}$ ) de correction obtenu à partir de la richesse de consigne ( $\phi_c$ ) et de la richesse réelle ( $\phi_{\text{fonc}}$ ) pour obtenir le couple moteur réel du moteur en fonctionnement.

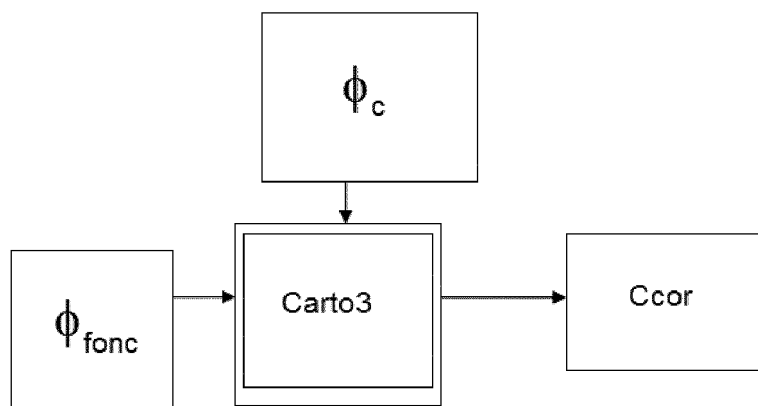


Figure 2

**EP 3 376 007 A1**

**Description**

**[0001]** La présente invention a trait au domaine des moteurs à combustion interne. L'invention concerne plus particulièrement un procédé d'estimation de couple réalisé par un moteur d'un véhicule automobile.

**[0002]** L'utilisateur d'un véhicule peut dans certaines situations demander un changement du couple moteur, que ce soit une accélération ou une décélération. Cependant dans les conditions transitoires, lorsque le moteur transite d'un point de fonctionnement à un autre, la quantité d'air dans le moteur peut se trouver en écart par rapport à la quantité d'air de consigne alors que la quantité de carburant est déjà conforme à la consigne. Le couple réel moteur est alors en écart avec le couple de consigne. Cette situation est liée au fait que la régulation de la quantité d'air est plus lente que celle du débit de carburant. Or si le débit d'air n'est pas à la consigne, la richesse dans la chambre de combustion du moteur est différente de celle définie par les consignes d'air et de carburant, ce qui induit une combustion différente et un couple moteur réalisé différent de la consigne.

**[0003]** Il existe donc un besoin améliorer l'estimation du couple moteur en fonctionnement.

**[0004]** Pour atteindre cet objectif, il est prévu selon l'invention un procédé d'estimation du couple moteur d'un moteur à combustion interne en fonctionnement, comprenant une étape de détermination d'une consigne de couple moteur et caractérisé en ce que :

- on détermine une richesse de consigne à partir de la consigne de couple moteur,
- on détermine la richesse réelle de fonctionnement du moteur,
- on applique à la consigne de couple moteur un coefficient de correction obtenu à partir de la richesse de consigne et de la richesse réelle pour obtenir le couple moteur réel du moteur en fonctionnement.

**[0005]** L'effet technique est ainsi d'obtenir une estimation précise du couple moteur réel de manière simple et efficace.

**[0006]** Diverses caractéristiques supplémentaires peuvent être prévues, seules ou en combinaisons :

En variante, le couple moteur est un couple moteur indiqué.

**[0007]** En variante, le couple moteur indiqué est un couple moteur indiqué dit haute pression.

**[0008]** En variante, le coefficient de correction est obtenu à partir d'une cartographie établissant à partir de la richesse réelle et de la richesse de consigne ce coefficient de correction.

**[0009]** En variante, le coefficient de correction est obtenu à partir d'une fonction polynômiale établissant à partir de la richesse réelle de fonctionnement et de la richesse de consigne ce coefficient de correction.

**[0010]** L'invention a aussi pour objet un calculateur comprenant les moyens d'acquisition, de traitement par instructions logicielles stockées dans une mémoire ainsi que les moyens de commande requis à mise en oeuvre d'un procédé selon l'une quelconque des variantes précédemment décrites.

**[0011]** L'invention a aussi pour objet un moteur à combustion interne comprenant un tel calculateur.

**[0012]** De préférence, le moteur à combustion interne est un moteur à allumage par compression.

**[0013]** L'invention a aussi pour objet un véhicule automobile comprenant un moteur à combustion interne de l'invention pour son déplacement.

**[0014]** D'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description ci-après d'un mode particulier de réalisation, non limitatif de l'invention, faite en référence aux figures dans lesquelles :

- La figure 1 est une représentation schématique d'une première partie de la stratégie de l'invention.
- La figure 2 est une représentation schématique de la seconde partie de la stratégie de l'invention.

**[0015]** L'invention s'applique particulièrement à un véhicule automobile comportant un moteur à combustion interne pour son déplacement. Ce moteur à combustion interne peut être un moteur par allumage par compression, fonctionnant par exemple au gazole.

**[0016]** Le moteur à combustion interne est équipé d'un calculateur pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention décrit plus loin. Ce calculateur comprend les moyens d'acquisition, de traitement par instructions logicielles stockées dans une mémoire ainsi que les moyens de commande requis à mise en oeuvre du procédé de l'invention.

**[0017]** Le couple réel fourni par un moteur à combustion interne peut être décomposé en trois composantes :

$$\text{Couple moteur réel} = \text{Couple indiqué réel HP} + \text{Couple indiqué réel BP} + \text{Couple Frottement}$$

**[0018]** Le couple indiqué HP (HP pour Haute Pression), est généré pendant la phase de compression puis de détente

## EP 3 376 007 A1

du moteur lorsque les soupapes sont fermées. Le couple indiqué BP, (BP pour Basse Pression), correspond aux efforts de pompage nécessaires pour admettre et refouler l'air dans le moteur. Le couple de frottement correspond aux efforts générés par les divers frottements : segmentation, vilebrequin, entraînement des pompes et accessoires...

**[0019]** Le couple indiqué HP généré par le moteur dépend notamment de :

- La quantité de carburant introduite dans la chambre de combustion.
- La quantité de gaz frais introduite dans le moteur.

**[0020]** Dans un véhicule, le contrôle moteur doit pouvoir estimer le couple moteur réel en toutes circonstances, car cette information sert à diverses fonctions du véhicule. Le couple moteur réel peut ainsi être indirectement obtenu en estimant le couple indiqué réel HP si l'on connaît pour les points de fonctionnement le couple indiqué BP et le couple de frottement.

**[0021]** La figure 1 présente une première partie de la stratégie adoptée pour améliorer l'estimation du couple réel fourni par le moteur à combustion interne dans les cas de vie en transitoire, lorsque le moteur transite d'un point de fonctionnement à un autre en raison d'une demande de couple.

**[0022]** Comme présenté à la figure 1, cette stratégie comprend une étape dans laquelle on détermine une consigne,  $C_c$ , de couple moteur, de préférence un couple moteur indiqué HP, qui traduit le couple moteur demandé. On détermine aussi le régime N du moteur.

**[0023]** A partir de ces deux informations, à l'aide d'une cartographie, Carto1, qui établit le débit de carburant en fonction du couple indiqué HP et du régime moteur, on détermine une consigne,  $Q_{c_{carb}}$ , de débit de carburant. A partir de ces deux informations encore, à l'aide d'une autre cartographie, Carto2, qui établit le débit d'air en fonction du couple indiqué HP et du régime moteur, on détermine une consigne,  $Q_{c_{air}}$ , de débit d'air.

**[0024]** La figure 2 montre la suite de la stratégie. Comme présenté à la figure 2, dans cette seconde partie, on y détermine une richesse de consigne,  $\phi_c$ . Cette richesse de consigne est établie à partir de la consigne,  $Q_{c_{carb}}$ , de débit de carburant et de la consigne,  $Q_{c_{air}}$ , de débit d'air comme suit :

$$\phi_c = Q_{c_{carb}} / Q_{c_{air}} \times \text{Rapport Stœchiométrique}$$

**[0025]** On détermine aussi la richesse réelle,  $\phi_{\text{func}}$ , de fonctionnement du moteur. Cette richesse réelle,  $\phi_{\text{func}}$ , est établie à partir d'une mesure du débit d'air,  $Q_{\text{air}}$ , admis ainsi que d'une estimation du débit réel,  $Q_{\text{carb}}$ , de carburant. Cette richesse réelle est établie comme suit :

$$\phi_{\text{func}} = Q_{\text{carb}} / Q_{\text{air}} \times \text{Rapport Stœchiométrique}$$

**[0026]** A partir des informations richesse de consigne,  $\phi_c$  et richesse réelle,  $\phi_{\text{func}}$ , on détermine ensuite le coefficient de correction,  $C_{\text{cor}}$ , à appliquer au couple de consigne,  $C_c$ , pour l'estimation du couple moteur réel.

**[0027]** La détermination du coefficient de correction,  $C_{\text{cor}}$ , peut se faire à l'aide d'une cartographie, Carto3, qui établit ce coefficient en fonction de la richesse de consigne,  $\phi_c$  et de la richesse réelle,  $\phi_{\text{func}}$ .

**[0028]** La détermination du coefficient de correction,  $C_{\text{cor}}$ , peut également se faire par une fonction polynomiale, uniquement dépendante de la richesse de consigne,  $\phi_c$  et de la richesse réelle,  $\phi_{\text{func}}$ , ce qui est plus simple qu'une cartographie à remplir.

**[0029]** Dans ces cas de vie en transitoire, tel qu'une demande d'accélération, en raison de la dynamique rapide de la régulation de débit carburant, le débit réel,  $Q_{\text{carb}}$ , de carburant est sensiblement égal à la consigne,  $Q_{c_{carb}}$ , de débit de carburant.

**[0030]** Le couple moteur indiqué réel HP est alors égal au produit de la consigne,  $C_c$ , de couple moteur indiqué HP et du coefficient de correction,  $C_{\text{cor}}$ .

**[0031]** Avec cette invention l'estimation du couple moteur en prenant les informations richesses permet de ramener l'erreur de couple moteur de 25% à 5%.

**[0032]** La stratégie peut convenir pour un moteur à allumage commandé, même si elle est moins pertinente car les richesses en moteur Diesel sont plus larges qu'en essence (0.2 jusqu'à 1) alors qu'en essence on essaye généralement d'être à richesse 1 tout le temps.

**Revendications**

1. Procédé d'estimation du couple moteur d'un moteur à combustion interne en fonctionnement, comprenant une étape de détermination d'une consigne (Cc) de couple moteur et **caractérisé en ce que** :

- on détermine une richesse de consigne ( $\phi_c$ ) à partir de la consigne (Cc) de couple moteur,
- on détermine la richesse réelle ( $\phi_{\text{fonc}}$ ) de fonctionnement du moteur,
- on applique à la consigne de (Cc) couple moteur un coefficient (Ccor) de correction obtenu à partir de la richesse de consigne ( $\phi_c$ ) et de la richesse réelle ( $\phi_{\text{fonc}}$ ) pour obtenir le couple moteur réel du moteur en fonctionnement.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le couple moteur est un couple moteur indiqué.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le couple moteur indiqué est un couple moteur indiqué dit haute pression.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le coefficient de correction (Ccor) est obtenu à partir d'une cartographie (Carto3) établissant à partir de la richesse réelle ( $\phi_{\text{fonc}}$ ) et de la richesse de consigne ( $\phi_c$ ) ce coefficient de correction (Ccor).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le coefficient de correction est obtenu à partir d'une fonction polynômiale établissant à partir de la richesse réelle ( $\phi_c$ ) de fonctionnement et de la richesse de consigne ( $\phi_c$ ) ce coefficient de correction (Ccor).

6. Calculateur, **caractérisé en ce qu'il** comprend les moyens d'acquisition, de traitement par instructions logicielles stockées dans une mémoire ainsi que les moyens de commande requis à mise en oeuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

7. Moteur à combustion interne, **caractérisé en ce qu'il** comprend un calculateur selon la revendication précédente.

8. Moteur à combustion interne, **caractérisé en ce qu'il** s'agit d'un moteur à allumage par compression selon la revendication précédente.

9. Véhicule automobile, **caractérisé en ce qu'il** comprend un moteur à combustion interne selon la revendication 7 ou la revendication 8 pour son déplacement.

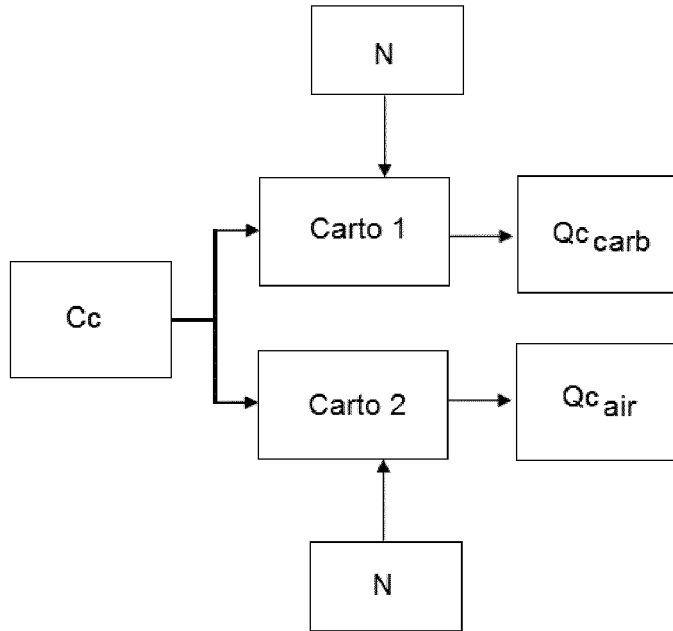


Figure 1

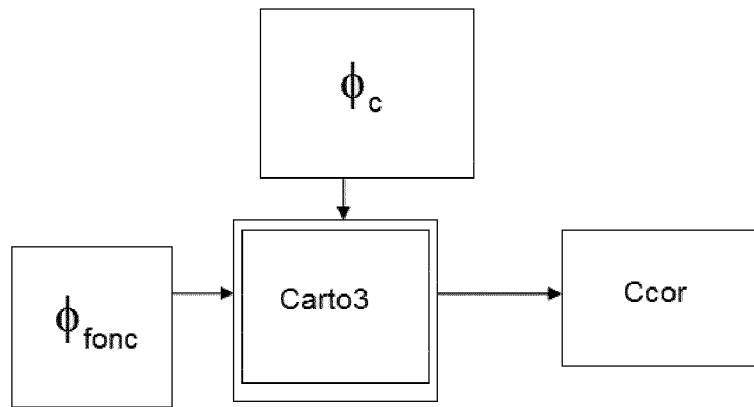


Figure 2



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 18 15 6234

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	DE 10 2014 209174 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19 novembre 2015 (2015-11-19) * abrégé * * alinéas [0014] - [0021] * * alinéas [0028], [0029] *	1-9	INV. F02D41/14
A	WO 99/18343 A1 (SIEMENS AG [DE]; ZHANG HONG [DE]; ACHLEITNER ERWIN [DE]) 15 avril 1999 (1999-04-15) * abrégé * * page 5, ligne 27 - page 8, ligne 5 * * figure 2 *	1-9	
A	FR 2 755 184 A1 (RENAULT [FR]) 30 avril 1998 (1998-04-30) * page 1, ligne 3 - page 5, ligne 27 *	1,6	
A	WO 2013/042477 A1 (NISSAN MOTOR [JP]; OOTAKI RYOUICHI; IRIYAMA MASAHIRO; MAEKAWA TAKUYA) 28 mars 2013 (2013-03-28) * abrégé *	1,6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F02D
1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>30 mai 2018</b>	Examineur <b>Wettemann, Mark</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.

EP 18 15 6234

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

30-05-2018

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102014209174 A1	19-11-2015	CN 105298668 A	03-02-2016
		DE 102014209174 A1	19-11-2015
		KR 20150132027 A	25-11-2015
-----			
WO 9918343 A1	15-04-1999	BR 9812867 A	08-08-2000
		EP 1021649 A1	26-07-2000
		US 6189524 B1	20-02-2001
		WO 9918343 A1	15-04-1999
-----			
FR 2755184 A1	30-04-1998	AU 4952597 A	22-05-1998
		DE 69717491 D1	09-01-2003
		DE 69717491 T2	24-07-2003
		EP 0948711 A1	13-10-1999
		FR 2755184 A1	30-04-1998
		WO 9819062 A1	07-05-1998
-----			
WO 2013042477 A1	28-03-2013	JP 2013068146 A	18-04-2013
		WO 2013042477 A1	28-03-2013
-----			

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82